

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

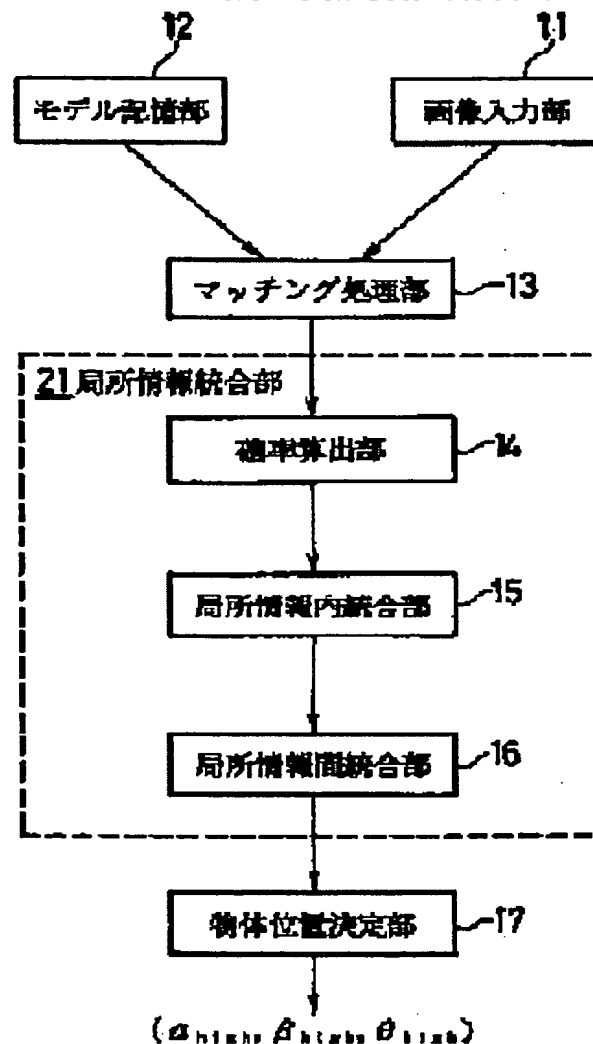
- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY**

**As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.**


☐ Include in patent order

# MicroPatent® Worldwide PatSearch: Record 1 of 1



Family Lookup

JP09021610

IMAGE-PROCESSING APPARATUS AND IMAGE-PROCESSING METHOD

N T T DATA TSUSHIN KK

Inventor(s): ;KOSAKO AKINORI ;TAKEGAWA NAOKI

Application No. 07169039 , Filed 19950704 , Published 19970121

## Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus and a method for processing images whereby an image of an optional object is extracted from images and position of the object is obtained stably.

**SOLUTION:** A local model reflecting a change due to photographic environment as a parameter is preliminarily formed for a local part of an object to be extracted and stored in a

model storage part 12. Each partial image of an image input through an image input part 11 is subjected to matching with each local model at a matching part 13 with the user of the stored models. In accordance with result of the matching at the matching part 13 and from the viewpoint of how much each partial image agrees with the local model, a local data integration part 21 displays probabilities of a position of the object to be extracted in a parameter space including positional data of the image, and integrates the probabilities. An object position determination part 17 extracts a part of the highest probability in the parameter space, thereby determining and outputting the position of the object in the input image.

Int'l Class: G01B01100 G06T00760

MicroPatent Reference Number: 001005273

COPYRIGHT: (C) 1997 JPO



PatentWeb  
Home



Edit  
Search



Return to  
Patent List



Help

---

For further information, please contact:

[Technical Support](#) | [Billing](#) | [Sales](#) | [General Information](#)

(51) IntCl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/00			G 0 1 B 11/00	H
G 0 6 T 7/60		9061-5H	G 0 6 F 15/70	3 5 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-169039

(22) 出願日 平成7年(1995)7月4日

(71) 出願人 000102728

エヌ・ティ・ティ・データ通信株式会社  
東京都江東区豊洲三丁目3番3号

(72) 発明者 小迫 明徳

東京都江東区豊洲三丁目3番3号 エヌ・  
ティ・ティ・データ通信株式会社内

(72) 発明者 武川 直樹

東京都江東区豊洲三丁目3番3号 エヌ・  
ティ・ティ・データ通信株式会社内

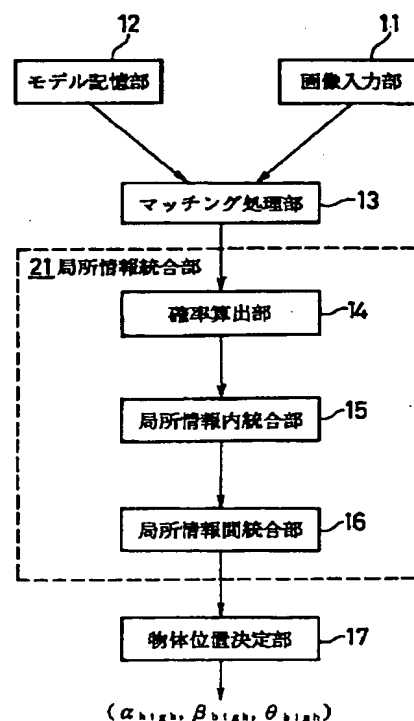
(74) 代理人 弁理士 木村 満

## (54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

## (57) 【要約】

【課題】 画像中から任意の物体の画像を抽出し、且つ、その位置を安定的に求めることができる画像処理装置及び画像処理方法を提供することである。

【解決手段】 抽出対象物の局所部分について、撮像環境による変化をパラメータとして反映した局所モデルを予め作成してモデル記憶部12に格納する。これらのモデルを用いて、画像入力部11から入力された画像の各部分画像について、マッチング処理部13で各局所モデルとのマッチングを行う。局所情報統合部21は、マッチング処理部13でのマッチングの結果に従って、各部分画像がどの程度局所モデルに一致しているかという観点から、画像の位置情報も含めたパラメータ空間において抽出対象物の位置を確率的に表示し、さらに、これらの確率を統合する。物体位置決定部17は、パラメータ空間内で最も確率の高い部分を抽出することにより、入力画像内の抽出対象物の位置を判別して出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】抽出対象物の複数の局所部分のモデルを記憶するモデル記憶手段と、

画像を入力する画像入力手段と、

前記モデル記憶手段に記憶された各モデルと、前記画像入力手段の入力画像の各部との一致度を算出するマッチング手段と、

前記マッチング手段により算出された各一致度に基づいて、抽出対象物の位置の確率分布を求める局所情報統合手段と、

前記局所情報統合手段により算出された確率分布の中の確率が最も高い位置を抽出対象物の位置として出力する出力手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】前記モデル記憶手段は、撮像環境による変化をパラメータとして反映した各局所部分の画像のモデルを記憶し、

前記マッチング手段は、前記入力画像から前記局所部分と同一サイズの部分画像を順次切り出し、各局所部分のモデルとの一致度を求め、

前記局所情報統合手段は、前記マッチング手段により求められた一致度を用いて、画像の位置情報を含めたパラメータ空間において、抽出対象物の位置の確率分布を求める、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】前記局所情報統合手段は、

各部分画像について、前記マッチング手段により各モデルについて算出された一致度を用いて、部分画像毎に、前記入力画像内の前記抽出対象物の位置の確率の分布を求める確率算出手段と、

局所部分毎に前記確率算出手段により算出された確率分布を統合する第 1 の統合手段と、

前記第 1 の統合手段により統合された確率分布を統合する第 2 の統合手段と、

より構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】前記モデル記憶手段は、抽出対象物の異なる回転角  $\theta$  に対する各局所部分の画像の変化を、所定の固有ベクトルで表した固有空間で、曲線として表現する第 1 のモデルと、抽出対象物の異なる回転角  $\theta$  に対する各局所部分の位置を曲線で表現する第 2 のモデルと、を記憶し、

前記マッチング手段は、前記画像入力手段により入力された画像の各部の画像を前記固有空間に射影した時に、射影点と前記第 1 のモデルの曲線との距離から第 1 のモデルとの一致度を算出し、

前記統合手段は、入力画像の各部の画像について、前記マッチング手段により第 1 のモデルについて算出された一致度に基づいて、第 1 の確率分布を設定し、対応する第 2 のモデルに基づいて第 2 の確率分布を設定し、前記

第 1 と第 2 の確率分布を乗算し、乗算により得られた部分画像毎の確率分布を統合する、

ことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】前記局所情報統合手段は、位置と回転角  $\theta$  をパラメータとするパラメータ空間上の確率分布を求める、

前記出力手段は、最も高い確率が得られた位置情報と回転角  $\theta$  を出力する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】前記モデル記憶手段は、複数の抽出対象物の局所部分の画像のモデルを記憶し、

前記局所情報統合手段は、各抽出対象物の位置の確率分布を求め、

前記出力手段は、最も高い確率が得られた抽出対象物とその位置を示す情報を出力する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 7】画像を入力する画像入力ステップと、

予め用意された抽出対象物の複数の局所部分のモデルと前記画像入力ステップにより入力された画像の各部との一致度を算出するマッチングステップと、

マッチングステップにおいて算出された一致度に基づいて、抽出対象物の位置の確率分布を求める確率算出ステップと、

前記確率算出ステップにより算出された確率分布を統合する統合ステップと、

前記統合ステップにより統合された確率分布中の最も確率が高い位置を抽出対象物の位置として出力する出力ステップと、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、入力画像中から任意の物体を抽出し、その位置を判別する画像処理装置及び画像処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の局所的な情報を統合して物体の抽出（検出）或いは認識を行う技術としては、得られた局所情報を組み合わせて逐次仮説検証する手法と、Hough 変換に代表されるような局所情報からの投票に基づいた手法（和田俊和、松山隆司「Hough 変換に基づく図研検出法の新展開」、情報処理学会誌、Vol. 36, No. 3, 1995）が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】仮説検証による方法では、画像中から得られた物体の局所情報の多数の候補を逐次組み合わせて検証する。このため、組み合わせの爆発（組み合わせ数の膨大化）が起こり、演算量が膨大になってしまう。投票による方法は、真値を指示する情報

が多数ある場合には有効である。しかし、少数の情報が指示する結果のみが真値であり得るような場合には、必ずしも良好な結果が得られない。また、撮影される物体は一部が隠れていたり、大きさや明るさや、見える方向などの撮影環境の違いにより画像上で様々に変化する。このため、従来の物体抽出装置及び方法では、撮影された画像から抽出対象物を正確に抽出し、その位置を正確に求めることが困難であった。

【0004】この発明は上記実状に鑑みてなされたもので、任意の画像中から任意の物体の画像を抽出し、且つ、その位置を安定的に求めることができる画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の画像処理装置は、抽出対象物の複数の局所部分のモデルを記憶するモデル記憶手段と、画像を入力する画像入力手段と、前記モデル記憶手段に記憶された各モデルと、前記画像入力手段の入力画像の各部との一致度（マッチ度）を算出するマッチング手段と、前記マッチング手段により算出された各一致度に基づいて、抽出対象物の位置の確率分布を求める局所情報統合手段と、前記局所情報統合手段により算出された確率分布の中の確率が最も高い位置を抽出対象物の位置として出力する出力手段と、を備えることを特徴とする。

【0006】上記構成によれば、少数でも高い確率で真値を示す局所部分の画像があれば、その情報に基づいて抽出対象物の位置情報の正確な位置に高い確率分布が得られる。このため、入力画像中の抽出対象物の一部が隠れている場合等でも、抽出対象物とその位置を検出することができる。

【0007】前記モデル記憶手段に、撮像環境による変化をパラメータとして反映した各局所部分の画像のモデルを記憶させ、前記マッチング手段は、前記入力画像から前記局所部分と同一サイズの部分画像を順次切り出し、各局所部分のモデルとの一致度を算出し、前記局所情報統合手段が、前記マッチング手段により算出された一致度を用いて、画像の位置情報を含めたパラメータ空間における、抽出対象物の位置の確率分布を求める、ように構成してもよい。

【0008】このように構成すれば、撮影環境による変化も考慮してモデルを作成しているので、撮影環境の変化にかかわらず、安定的に抽出対象物の位置を検出することができる。

【0009】例えば、前記局所情報統合手段を、各部分画像について、前記マッチング手段により各モデルについて算出された一致度を用いて、部分画像毎に、前記入力画像内の前記抽出対象物の位置の確率の分布を求める確率算出手段と、局所部分毎に前記確率算出手段により算出された確率分布を統合する第1の統合手段と、前記第1の統合手段により統合された確率分布を統合する第

2の統合手段と、より構成するようにしてもよい。

【0010】また、前記モデル記憶手段に、抽出対象物の異なる回転角 $\theta$ に対する各局所部分の画像の変化を、所定の固有ベクトルで表した固有空間で、曲線として表現する第1のモデルと、抽出対象物の異なる回転角 $\theta$ に対する各局所部分の位置を曲線で表現する第2のモデルと、を記憶させ、前記マッチング手段で、前記画像入力手段により入力された画像の各部の画像を前記固有空間に射影した時に、射影点と前記第1のモデルの曲線との距離から、第1のモデルとの一致度を算出し、前記統合手段で、入力画像の各部の画像について、前記マッチング手段により第1のモデルについて算出された一致度に基づいて、第1の確率分布を設定し、対応する第2のモデルに基づいて第2の確率分布を設定し、前記第1と第2の確率分布を乗算し、前記乗算手段により得られた部分画像毎の確率分布を統合するように構成してもよい。

【0011】前記局所情報統合手段で、位置と前記回転角 $\theta$ をパラメータとするパラメータ空間上の確率分布を求め、前記出力手段で、最も高い確率が得られた位置情報と回転角 $\theta$ を出力するようにしてもよい。このような構成とすることにより、検出対象物の回転角 $\theta$ も検出することができる。

【0012】また、前記モデル記憶手段に、複数の抽出対象物の局所部分の画像のモデルを記憶させ、前記局所情報統合手段で、各抽出対象物の位置の確率分布を求め、前記出力手段は、最も高い確率が得られた抽出対象物とその位置を示す情報を出力するようにしてもよい。このような構成とすることにより、位置情報だけでなく、抽出された物体等も判別することができる。

【0013】上記目的を達成するため、この発明の画像処理方法は、画像を入力する画像入力ステップと、予め用意された抽出対象物の複数の局所部分のモデルと前記画像入力ステップにより入力された画像の各部との一致度を算出するマッチングステップと、入力画像の各部の一致度に基づいて、抽出対象物の位置の確率分布を求める確率算出ステップと、前記確率算出ステップにより算出された確率分布を統合する統合ステップと、前記統合ステップにより統合された確率分布中の最も確率が高い位置を抽出対象物の位置として出力する出力ステップと、を備えることを特徴とする。

【0014】この方法でも、少数でも高い確率で真値を示す局所部分の画像があれば、その情報に基づいて抽出対象物の位置情報の正確な位置に高い確率分布が得られる。従って、抽出対象物とその位置を正確に検出することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態にかかる画像処理（抽出）装置及び画像処理（抽出）方法について、図1～図9を参照して説明する。図1に示すように、この実施形態の画像処理装置は、画像入力部11

と、モデル記憶部12と、マッチング処理部13と、確率算出部14と、局所情報内統合部15と、局所情報間統合部16と、物体位置決定部17とを備える。

【0016】画像入力部11は、CCDカメラ、イメージリダなどの撮影装置とこの撮影装置で取得された画像をデジタル画像に変換する変換部と、変換された画像を一時記憶する画像メモリを備える。

【0017】モデル記憶部12は、メモリから構成され、抽出（検出）対象物体のモデルを記録する。3次元物体の見かけ上の画像は、その物体の方向、向き等により変化する。このような3次元物体の抽出を適切に行うため、モデル記憶部12は、抽出対象物の特徴部分（局所部分）のパラメトリック固有空間表現法によるモデル（パターンモデル）と、モデル生成用画像内での各局所部分の位置の変化を表すモデル（ロケーションモデル）とを記憶する。なお、パターンモデルとロケーションモデルの詳細については後述する。

【0018】マッチング処理部13は、データ読み出し回路及び演算装置から構成され、画像入力部11から入力された入力画像の各部の画像（部分画像）とモデル記憶部12に記憶された各パターンモデルとのマッチングをとり、一致度（マッチ度）を算出する。

【0019】確率算出部14は演算回路から構成され、マッチング処理部13で求めた一致度を元に、入力画像の部分画像毎に、抽出対象物の位置の確率分布（確率場、確率密度）を算出する。局所情報内統合部15は、部分画像毎に得られた確率分布を局所部分毎に統合する。局所情報間統合部16は、さらに、局所部分毎に得られた確率分布をベイズの枠組みで統合する。なお、確率算出部14と、局所情報内統合部15と、局所情報間統合部16とは局所情報統合部21を構成する。

【0020】物体位置決定部17は、出力装置等から構成され、局所情報統合部21で統合された確率分布中の最も高い確率を示す位置を抽出対象物の位置として出力する。

【0021】次に、モデル記憶部12に記憶されるパターンモデル及びロケーションモデルの作成方法について具体的に説明する。3次元物体の画像は、その物体の方向、向き等により変化する。例えば、椅子を抽出対象物と考えたと、椅子を回転させると、図2に示すような多様な画像（モデル作成用画像）が得られる。

【0022】そこで、抽出対象物を中心にカメラを移動させて（又は、カメラを固定して抽出対象物をその場で回転させて）、図2に示すように、抽出対象物の回転角 $\theta$ を変化させながらモデル作成用画像を順次取得する。次に、取得したモデル作成用画像のうち、抽出対象物、即ち、椅子以外の部分にデータ“0”を代入して抽出対象物の画像のみを取得する。

【0023】次に、各モデル作成用画像から抽出対象物の特徴部分（局所部分）の画像を所定サイズで切り出

す。角度 $\theta$ の数（モデル作成用画像の数）を $R$ 、特徴部分の数を $S$ とすると、 $R \times S$ 個の局所部分の画像（局所画像）が得られる。例えば、図2に示す椅子の局所部分を図3に示す3つの部分A1～A3とすると、各モデル作成用画像からそれぞれ3つの局所画像A1～A3が抽出される。

【0024】続いて、回転角 $\theta$ をパラメータとして、各局所画像をパラメトリック固有空間表現によって作成した固有空間に投影し、これらをつなげることにより局所部分それぞれについて1つのパターンモデルを曲線として得る。

【0025】ここで、 $\theta$ の数（モデル作成用画像の数）を $R$ とし、 $\theta$ を変えて取得した各局所画像の集合を数1のように表現する。ここで、 $X_i$ は各局所部分の $i$ 番目の局所画像を示し、それぞれ、数2で表される。数2において、 $X_{nm}$ は $n$ 番目の局所画像の $m$ 番目の画素の階調を示す。なお、数1の集合は、局所部分毎に形成され、図3の例では、局所部分A1～A3にそれぞれ1セット形成される。

【0026】

【数1】 $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_R\}$

【数2】 $x_1 = \{x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1N}\}$

$x_2 = \{x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2N}\}$

$\dots \dots x_R = \{x_{R1}, x_{R2}, x_{R3}, \dots, x_{RN}\}$

【0027】続いて、各局所画像の集合の平均 $c$ を数3に従って求め、各局所画像から平均画像を差し引いて、数4に示す行列 $X$ を生成する。

【0028】

【数3】 $c = (1/R) \sum x_r, \quad r = 1 \sim R$

【数4】

$X = \{x_1 - c, x_2 - c, x_3 - c, \dots, x_R - c\}$

【0029】この画像集合 $X$ の共分散行列 $Q$ は数5により表される。

【数5】 $Q = XX^T$

$T$ は直交関数を示す。

【0030】 $k$ 次元の固有空間は数6の固有方程式を解き、 $k$ 個の大きい固有値 $\lambda_1 \sim \lambda_k$  ( $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_k \geq \dots \geq \lambda_N$ ) に対応する固有ベクトル ( $e_1, e_2, \dots, e_k$ ) を基底ベクトルとすることにより得られる。

【数6】 $\lambda_i \cdot e_i = Q \cdot e_i$

【0031】各局所画像を $k$ 次元の固有空間に投影すると、1枚の局所画像が固有空間上の1つの点に対応する。さらに、各回転角 $\theta$ での各局所画像を固有空間に投影すると、それは点の系列になる。これらの点を補間法を用いて結ぶことにより、1つの局所画像について1つのパターンモデルが曲線として得られる。

【0032】図4に、抽出対象物である椅子の局所画像A1を、 $\theta$ の変化に伴って4次元 ( $k=4$ ) の固有空間上にプロットして、パターンモデルを作成する例を示す。このパターンモデルは、局所画像A2、A3につい

ても同様に生成される。モデル記憶部12は、このようにして得られた各局所部分についてのパターンモデルを記憶する。

【0033】次に、ロケーションモデルについて説明する。回転角 $\theta$ を変化させるに従って、各モデル作成用画像内の局所画像の位置は変化する。ロケーションモデルは、図5に示すように、この位置変化を、モデル作成用画像の左上の位置を原点とした $(x, y)$ 座標系で表したモデルである。

【0034】次に、予め作成されたパターンモデルとロケーションモデルを用いて、入力画像中の抽出対象物の位置を抽出する手順を図6～図9を参照して説明する。

【0035】画像入力部11は、例えば、図6に示すような、任意の画像を取得し、これをデジタル画像に変換し、さらに、取得した画像を記憶する。

【0036】マッチング処理部13は、入力画像の中か

$$P_{\text{pattern}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{D_{Ai}(\theta)^2}{2\sigma_1^2}} \quad (i=1, 2, 3)$$

ここで、 $\sigma_1$ は任意の定数である。

【0039】例えば、図7に示す $(0, 0)$ 座標での部分画像を固有空間に投影した時、局所部分A1のパターンモデルに着目すると、このパターンについて距離 $D_{A1}(\theta)$ が求められ、この距離 $D_{A1}(\theta)$ を用いて数7に従って局所部分A1についての確率 $P_{\text{pattern}}$ が算出される。この確率 $P_{\text{pattern}}$ は $\theta$ に対する関数となる。

【0040】次に、確率算出部14は、各部分画像について、数8により新たな座標 $(\alpha, \beta)$ を、任意の回転角 $\theta$ に関して設定する。

【数8】

$$(\alpha, \beta) = (X, Y) - (x_{Ai}(\theta), y_{Ai}(\theta)) \quad (i=1, 2, 3)$$

$$P_{\text{location}} = \frac{1}{2\pi\sigma_2^2} e^{-\frac{(\alpha-X+x_{A1}(\theta))^2 + (\beta-Y+y_{A1}(\theta))^2}{2\sigma_2^2}}$$

ここで $\sigma_2$ は任意の定数である。

【0044】この確率 $P_{\text{location}}$ は、座標 $(X, Y)$ の位置の部分画像がいずれかの局所画像に正確にマッチングしている場合に、抽出対象物の基準点が座標 $(\alpha, \beta)$ に位置し、抽出対象物の角度が $\theta$ である確率を表す。

【0045】続いて、確率算出部14は、 $P_{\text{pattern}}$ と $P_{\text{location}}$ との対応するものを乗算して $P_{\text{pattern}} \cdot P_{\text{location}}$ を算出し、パラメータ空間 $(\alpha, \beta, \theta)$ における確率分布を生成する。即ち、 $(X, Y)$ 位置の部分画像に基づいて、座標 $(\alpha, \beta)$ に抽出対象物の基準点が位置し、且つ、その回転角が $\theta$ である確率の分布を算出する。この確率分布は、例えば、図9に模式的に示すような分布となる。なお、図9において、符号P1～P4はそれぞれ確率を示す。

ら、図7に示すように、局所画像と同一サイズの画像（部分画像）をX方向とY方向に順次1画素ずつシフトしながら順次切り出す。マッチング処理部13は、パターンモデル作成時と同様にして、各部分画像を固有空間に投射する。すると、切り出された各部分画像は、固有空間上で1つの点で表される。そして、この点と各局所画像のパターンモデルとの回転角 $\theta$ の変化による距離 $D_{Ai}(\theta)$ を求める。この距離 $D_{Ai}(\theta)$ は、局所部分A $_i$  ( $i=1, 2, 3$ )のパターンモデルにおける一致度を表す指標である。

【0037】確率算出部14は、マッチングの結果得られた各 $(X, Y)$ 座標位置における一致度を用いて、任意の回転角 $\theta$ に関して、その位置の部分画像がその局所画像に一致する確率 $P_{\text{pattern}}$ を数7に従って求める。

【0038】

【数7】

【0041】図8に示すように、 $(X, Y)$ は入力画像内の部分画像の座標であり、 $(x_{Ai}(\theta), y_{Ai}(\theta))$ は任意の $\theta$ において、ロケーションモデルに記述されているモデル作成用画像内の局所画像の位置であり、 $(\alpha, \beta)$ は入力画像内の部分画像の基準点の座標である。

【0042】マッチングが正確に行われていれば、各局所部分についての一致度の高い場所は、同一の座標 $(\alpha, \beta)$ を示す。次に、数9に従って、新たな座標 $(\alpha, \beta)$ が抽出対象物の基準位置である確率 $P_{\text{location}}$ を求める。

【0043】

【数9】

【0046】確率算出部14は、入力画像の全ての位置における部分画像に対して確率分布を計算する。従って、入力画像内の部分画像の数を $m$ とすると、局所部分(A1～A3)毎に $m$ 組の確率分布が得られる。

【0047】局所情報内統合部15は、同一の局所部分について得られた全ての確率分布の和をとり、パラメータ空間内に新たに確率分布を生成する。この結果、各局所部分につき、パラメータ空間上に1つの確率分布が得られる。上述の椅子の例では、局所部分A1～A3について、それぞれ、確率分布が得られる。

【0048】局所情報内統合部16は、局所情報内統合部15により得られた局所部分毎の確率分布を、ベイズの枠組みにより統合する。局所情報内統合部15が得た各確率分布を確率密度関数 $p_k(\alpha, \beta, \theta) = f_k(\alpha, \beta, \theta)$  (ただし、 $k=1, 2, \dots, n$ は局所



部分を示す番号)で表すと、統合後の確率分布は、数10で表される。

【0049】

【数10】

$$p_k(\alpha, \beta, \theta) = \frac{p_{k-1}(\alpha, \beta, \theta) f^k(\alpha, \beta, \theta)}{\int \int p_{k-1}(\alpha, \beta, \theta) f^k(\alpha, \beta, \theta) d\alpha d\beta d\theta}$$

【0050】数10により、逐次確率を統合して、最終的に得られた確率分布  $p_n(\alpha, \beta, \theta)$  が全ての情報を統合した確率分布となる。なお、 $p_0$ は初期の事前確率であり、無知識の場合は、均等確率を用いる。

【0051】最後に、物体位置決定部17は、最終的に得られたパラメータ空間の確率分布において、最も高い確率を示す場所 ( $\alpha_{high}$ ,  $\beta_{high}$ ,  $\theta_{high}$ ) を決定し、これを出力する。 $(\alpha, \beta)$  はモデル作成用画像の座標系  $(x, y)$  の原点に対応する。従って、入力画像の座標 ( $\alpha_{high}$ ,  $\beta_{high}$ ) の位置が抽出対象物の基準点となる。また、 $\theta_{high}$  は入力画像から抽出された抽出対象物の回転角を表す。

【0052】以上説明したように、この実施形態においては、抽出対象物の各局所部分について、撮像環境による変化をパラメータとして反映した局所モデルを予め作成する。そして、入力画像の各部分画像について、各局所モデルとのマッチングを行い、各部分画像がどの程度局所モデルに一致しているかという観点から、画像の位置情報も含めたパラメータ空間において位置対象物の位置を確率的に表示する。最後にこれらの確率を統合し、パラメータ空間内で最も確率の高い部分を抽出することにより、入力画像内の抽出対象物の位置及び回転角を抽出する。

【0053】このような手法を採用することにより、局部情報の組み合わせの検証を逐次行うことなく、少数でも高い確率で真値を示す情報があれば良好な結果が得られる。さらに、撮影環境による変化も考慮して安定的に抽出対象物の位置を抽出することができる。

【0054】従って、例えば、図10に示すように、他の物体により抽出対象物の一部が隠されているため、局所部分A2の情報が欠落した場合でも、局所部分A1とA3の画像に基づいて、抽出対象物の位置及び回転角が高い確率で得られる。従って、情報の欠落等に影響されず、安定的に抽出対象物の位置を抽出することができる。

【0055】なお、上記実施形態では、演算速度を高速化するため、入力された画像を、パイプライン的に、各処理部で順次演算する例を示したが、図11に示す構成の画像処理装置により、演算処理を順次行うようにしてもよい。

【0056】また、上記実施形態においては、各局所部分のパターンモデルについての一致度  $D_{Ai}(\theta)$  を求め、各局所部分について確率分布を求めた。しかし、例えば、各部分画像について、最も一致度が高いパターンモデルを求め、このモデルを用いて以後の計算を行ってもよい。例えば、ある部分画像を固有空間上に射影した

際に、最も近似する(距離  $D(\theta)$  の最小値が得られた)パターンモデルが局所部分A1のパターンモデルである場合に、局所部分A1のパターンモデルの  $D(\theta)$  を用いて以後の確率計算を行うようにしてもよい。このような手法を採用することにより、以後の確率分布の計算に要する時間を短縮することができ、局所部分の数が多い場合等に有効である。

【0057】図示するように、この画像処理装置は、CPU31と、RAM32、ROM33、補助記憶装置34、撮像装置35、入出力装置36、これらを相互に接続するバス37を備える。

【0058】CPU31は、RAM32及びROM33に記憶された制御プログラムに従って動作し、演算処理及び制御処理を実行する。RAM32は、主メモリ及び拡張メモリ等を含み、処理対象のデータ、制御プログラム等を記憶する。ROM33は、固定データ、固定制御プログラム等を記憶する。補助記憶装置34は、ハードディスク装置、フロッピーディスク装置、CD-ROM装置等から構成され、CPU31の動作プログラム、モデル等を記憶しており、RAM32にこれらのデータを必要に応じて転送する。撮像装置35は、処理対象の画像データを取得し、RAM32に転送する。入出力装置36は、制御情報を入力すると共に抽出された物体の位置、回転角度等を出力する。

【0059】次に、図11の画像処理装置の動作を図12のフローチャートを参照して説明する。まず、パターンモデル、ロケーションモデル等は補助記憶装置34に格納されており、必要に応じてRAM32に転送される。また、入力画像(処理対象の画像データ)は、撮像装置35により取得され、RAM32に格納されているものとする。

【0060】この場合、CPU31は、入力画像から部分画像を切り出し(ステップS1)、予め用意されている各パターンモデルとマッチングを行い、最も高い一致度を示すパターンモデルを求める(ステップS2)。続いて、全ての部分画像について、マッチング処理が終了したか否かを判別し(ステップS3)、終了するまでマッチング処理を繰り返す。

【0061】全ての部分画像について、マッチング処理が終了したとステップS3で判断されると、各部分画像について、確率  $P_{pattern}$  と、 $P_{location}$  と、これらの積  $P_{pattern} \cdot P_{location}$  とを求める(ステップS4、S5、S6)。続いて、全ての部分画像について、確率算出処理が終了したか否かを判別し(ステップS7)、終了するまで確率算出処理を繰り返す。

【0062】全ての部分画像について、確率算出処理が

終了したとステップS7で判断されると、各局所部分について、確率 $P_{\text{pattern}} \cdot P_{\text{location}}$ を統合し、局所部分毎の、パラメータ空間内の確率分布を求める（ステップS8）。続いて、各局所部分の確率分布が統合され、最終的な確率分布が求められる（ステップS9）。最終的な確率分布中の確率が最大値を示す位置の座標（ $\alpha_{\text{high}}$ ,  $\beta_{\text{high}}$ ）及び回転角 $\theta_{\text{high}}$ を入出力装置36を介して出力する（ステップS10）。

【0063】このような構成とすることにより、処理プログラム及びモデル（又は、これらのモデルを作成するためのプログラム等）をフロッピーディスク、CD-ROM等に格納させておき、必要に応じて補助記憶装置34に装着することにより、撮像装置等を備える汎用コンピュータを画像処理装置として機能させることも可能である。

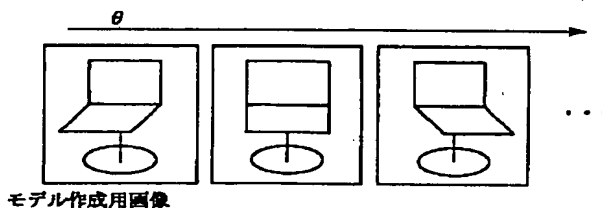
【0064】なお、上記実施形態では、理解を容易にするため、抽出対象物として椅子、局所部分が3つの例を示したが、抽出対象物、入力画像のサイズ、局所部分のサイズ及び数などは一切限定されない。

【0065】また、確率分布の計算式も数8～数10に限定されない。数8～数10以外の算出式に基づいて確率分布を算出してもよい。

【0066】また、上記実施例においては、抽出対象物の画像の変化を制御するパラメータの1つとして回転角 $\theta$ を採用したが、抽出対象物の画像のサイズ、明るさ、色の变化等をパラメータとして採用してもよい。この場合、導入したパラメータに基づいたパターンモデル及びロケーションモデルを同様に作成して、マッチング及び確率算出に使用する。

【0067】また、抽出対象物は1種類である必要はない。複数の抽出対象物の局所画像のモデルをモデル記憶部12又はRAM32に記憶させておき、これらと入力画像とを比較して抽出対象物毎に確率分布を求め、最も高い確率が得られる抽出対象物とその位置を出力するようにしてもよい。

【図2】



【0068】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の画像処理装置及び画像処理方法によれば、正確に任意の画像から抽出対象物を抽出し、その位置を判別することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる画像処理装置の構成を示す回路ブロック図である。

【図2】回転角 $\theta$ に応じて画像の見え方が変化する様子を例示する図である。

【図3】抽出対象物と局所部分とを示す図である。

【図4】パターンモデルの作成方法を説明する図である。

【図5】ロケーションモデルの作成方法を説明する図である。

【図6】入力画像の一例を示す図である。

【図7】入力画像から部分画像を切り出す処理を説明する図である。

【図8】入力画像の座標系と、モデル作成用画像の座標系との関係を示す図である。

【図9】パラメータ空間上の確率分布の一例を模式的に示す図である。

【図10】入力画像に含まれる抽出対象物の一部が他の物体により隠されている事例を示す図である。

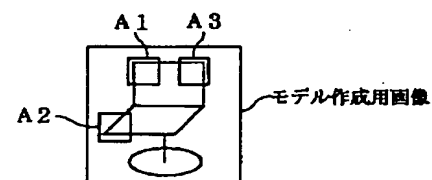
【図11】画像処理装置の他の構成例を示す回路ブロック図である。

【図12】図11に示す画像処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

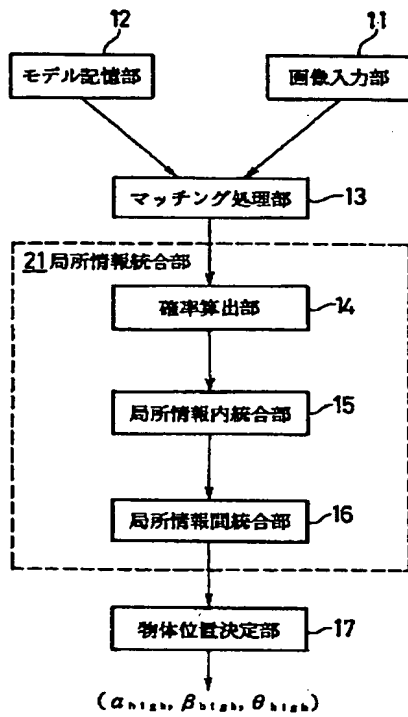
【符号の説明】

11…画像入力部、12…モデル記憶部、13…マッチング処理部、14…確率算出部、15…局所情報内統合部、16…局所情報間統合部、17…物体位置決定部、21…局所情報統合部、31…CPU、32…RAM、33…ROM、34…補助記憶装置、35…撮像装置、36…入出力装置、37…バス

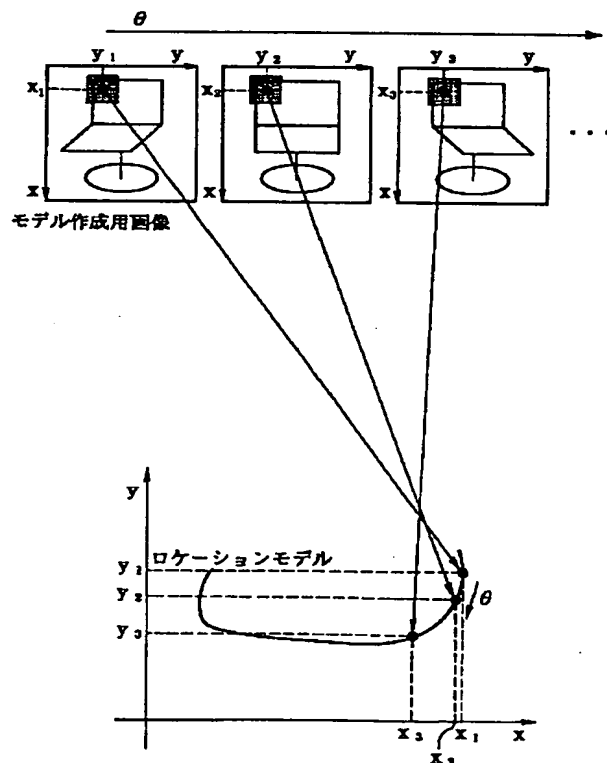
【図3】



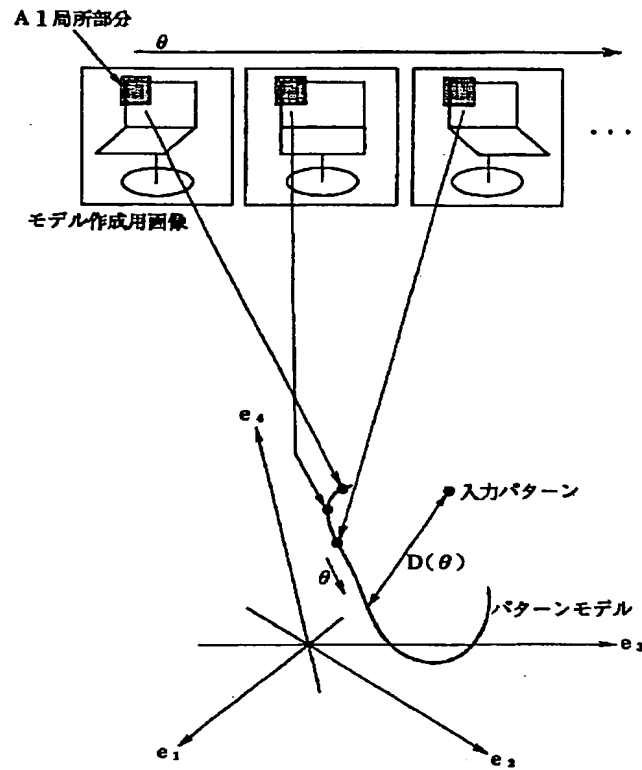
【図1】



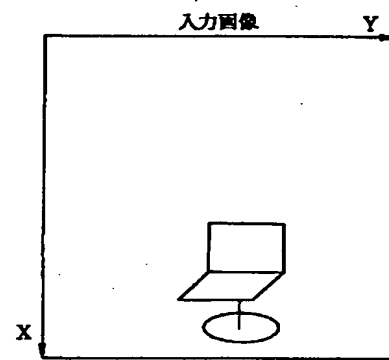
【図5】



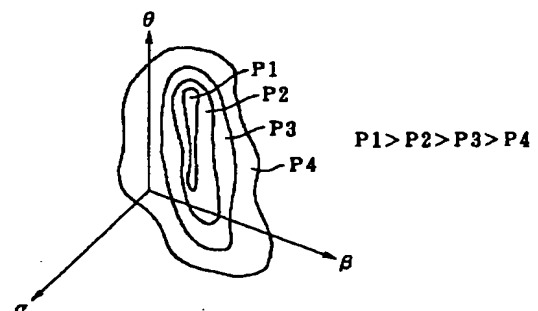
【図4】



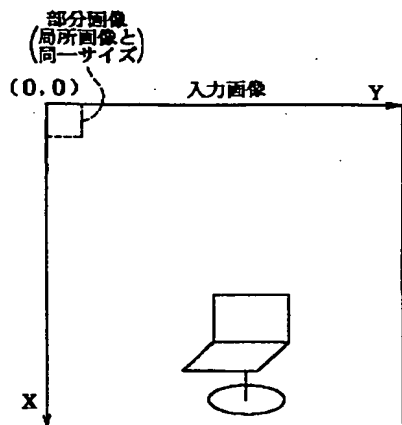
【図6】



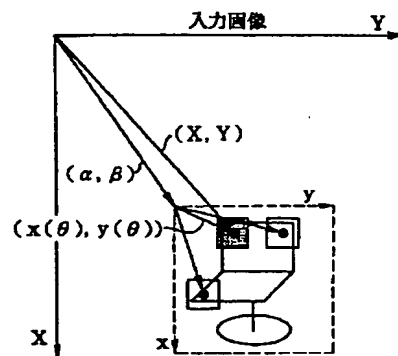
【図9】



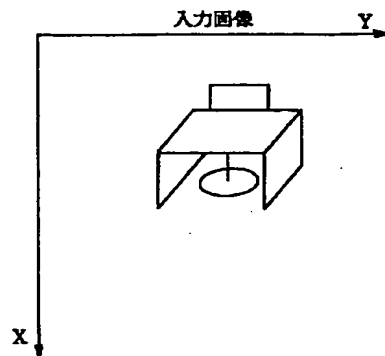
【図 7】



【図 8】



【図 10】



【図 12】

